

BLENDING BIOADITIF DAN BIODIESEL PADA BBM SOLAR UNTUK PENURUNAN SFC DAN EMISI GAS BUANG

M. Munawir Z.

¹Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir (PRPN) - BATAN
Kawasan Puspiptek, Serpong 15314, Tangerang

ABSTRAK

BLENDING BIOADITIF DAN BIODIESEL PADA BBM SOLAR UNTUK PENURUNAN SFC DAN EMISI GAS BUANG. Suatu BBM yang ideal adalah yang menghasilkan *Specific Fuel Consumption (SFC)* dan emisi gas buang SO_2 , NO_x dan CO rendah, karena BBM jenis ini (*SFC* dan emisi rendah) pemakaiannya lebih hemat dan ramah lingkungan. Dalam upaya memperbaiki kualitas BBM *petrodiesel* jenis solar telah dilakukan pembuatan dan penambahan *bioaditif* berbasis senyawa nitrat pada solar yang *diblending* dengan *biodiesel*, untuk mendapatkan BBM baru emisi rendah dan hemat pemakaian. Hasilnya, penambahan BBM biodiesel sampai konsentrasi 50% pada petrodiesel dapat menurunkan emisi gas buang tanpa terjadi perubahan *SFC*, sedangkan penambahan bioaditif dengan kadar dan jenis yang sesuai dapat menurunkan *SFC* dan emisi gas buang, sehingga pemakaian BBM lebih hemat. Penurunan *SFC* mencapai 8% dengan campuran biodiesel 30% dan bioaditif 0,0364% dan penurunan *SFC* mencapai 6,80% dengan campuran biodiesel 50% dan bioaditif 0,0571%, ini berarti penambahan bioaditif pada BBM *blending* biodiesel solar dapat menaikkan efisiensi pemakaian BBM, bila diberikan pada kondisi optimal. Sedangkan penurunan CO, NO_x dan SO_2 berdasar perhitungan turun sebesar 22,50%, 12,3% dan 37,18% pada campuran biodiesel 30% dan 37,50%, 21,53% dan 55,12% pada campuran biodiesel 50%. Dari penelitian ini mengindikasikan bahwa penambahan biodiesel bagus untuk penurunan emisi, sedangkan penambahan bioaditif berbasis senyawa nitrat bagus untuk penurunan *SFC*, dan semakin kecil konsentrasi biodiesel, efek bioaditif terhadap penurunan *SFC* semakin baik.

Kata kunci : Biodiesel, bioaditif, petrodiesel, *SFC*

ABSTRACT

BLENDING OF BIOADDITIVE AND BIODIESEL TO REDUCE SFC AND FLUE GAS EMISSION. An ideal fuel has a low Specific Fuel Consumption (SFC) and has a low emission of SO_2 , NO_x and CO gasses. To improve the quality of petrodiesel fuel, diesel oil was blended with biodiesel and bioadditive. The results show that addition up to 50% of biodiesel fuel to petrodiesel can reduce flue gas emission without change of the SFC. The decreament of SFC of 8% was obtained addition 30% of biodiesel and 0.0364% of bioadditive and 6.8% of SFC was obtained through addition 50% of biodiesel and 0.0571% of bioadditive . This mean that additional of bioadditive on biodiesel oil can improve efficiency of diesel oil. The Decreament of SO_2 , NO_x and CO on fuel blending was observed. For 30% bioadiesel addition, SO_2 , NO_x and CO emission reduced 22.5%, 12.3% and 37.18%, while for 50% of bioadiesel addition the reduction became 37.5%, 21.53% and 55.12% repectively. This indicate that addition of biodiesel is good for emission reduction while addition of bioadditive can reduce SFC.

Key words : Biodiesel, bioadditive, petrodiesel, SFC

PENDAHULUAN

BBM petrodiesel seperti *Automatic Diesel Oil (ADO)* atau solar adalah salah satu BBM yang pemakaiannya terbanyak sementara jumlah cadangan semakin kecil, karena BBM tersebut tidak dapat diperbaharui, akibatnya harganya semakin hari semakin mahal. Indonesia sebagai salah satu Negara anggota OPEC dan pengeksport minyak yang juga menjadi pengimpor minyak saat ini jumlah impornya lebih besar dari ekspor (*net imported*). Kondisi ini sangat

memberatkan ekonomi Indonesia, mengingat minyak salah satu penyumbang terbesar dari APBN Indonesia. Untuk mengurangi beban impor, maka harus dilakukan penghematan (efisiensi) pemakaian BBM dengan berbagai cara, diantaranya adalah :

1. Mengurangi konsumsi BBM dengan menurunkan aktivitas mesin.
2. Mengganti mesin dengan mesin yang memiliki *Specific Fuel Consumption (SFC)* kecil.

3. Mengganti BBM dengan bahan bakar alternatif.
4. Memodifikasi BBM untuk menurunkan *SFC* dengan memberi tambahan bahan bakar dan aditif tertentu.

Penghematan BBM dengan cara 1 atau cara 2 tidak populer untuk dilakukan, karena akan berdampak sangat besar terhadap pertumbuhan ekonomi atau biaya mahal, sedangkan dengan cara 3 yakni mengganti dengan bahan bakar yang terbaharukan seperti biodiesel, walaupun ada banyak keuntungan khususnya emisi gas buang perlu dilakukan modifikasi mesin. Maka salah satu cara yang menarik adalah dengan cara 4, yakni dengan memodifikasi BBM melalui penambahan biodiesel ke dalam BBM solar untuk memperoleh keuntungan dari sifat biodiesel, yakni penurunan emisi gas buang. Apalagi bila harga biodiesel mulai berimbang dengan harga solar.

Namun dengan penambahan biodiesel pada solar, sifat-sifat negatif biodiesel juga akan mempengaruhi kualitas solar, maka perlu penambahan bahan lain yang diharapkan bisa memperbaiki penurunan sifat solar tersebut, misalnya dengan penambahan bioaditif. Selain itu dengan penambahan bioaditif diharapkan dapat menurunkan *SFC* atau menurunkan pemakaian BBM baru hasil modifikasi. Dengan cara ini maka biaya operasi per kWh dapat ditekan dan pemakaian BBM petrodiesel dapat dikurangi dengan sangat signifikan, sekaligus dapat memanfaatkan kelebihan yang dimiliki oleh biodiesel yakni sifat terbaharui dan rendahnya emisi.

Dalam rangka upaya penurunan pemakaian BBM petrodiesel serta dampak emisi pembakaran BBM solar telah dimodifikasi BBM petrodiesel jenis solar dengan menambahkan biodiesel dan bioaditif pada solar. Kegiatan modifikasi BBM solar dilakukan dengan penambahan bioaditif (dibuat sendiri) pada BBM *Blending* (solar dan biodiesel) dengan harapan dapat menghasilkan BBM solar baru dengan unjuk kerja *SFC* dan emisi rendah, serta kompetitif terhadap BBM lain, disamping itu dapat menghemat pemakaian BBM petrodiesel lebih dari 50% serta dapat mendorong pertumbuhan BBM *renewable* biodiesel yang bisa memacu pertumbuhan industri dan ekonomi, melalui pengembangan perkebunan dan industri kelapa sawit atau biodiesel jenis lain di Indonesia.

TEORI

Specific Fuel Consumption (SFC) suatu mesin terhadap bahan bakar adalah jumlah bahan bakar yang dapat diubah menjadi energi mekanik oleh mesin tersebut. Besaran *SFC* ini ditentukan oleh kondisi mekanik mesin dan parameter kimia fisika dari bahan bakar, semakin banyak bahan bakar yang dapat diubah menjadi energi dalam tiap periode pembakaran, maka semakin kecil nilai *SFC* atau *SFC* yang semakin kecil akan semakin sedikit bahan bakar yang diperlukan.

Besaran *SFC*, didalam bahan bakar minyak diesel ditentukan oleh kemampuan proses pembakaran dalam

mesin, dimana secara kimia besaran ini dipengaruhi oleh sifat-sifat fisika bahan bakar, diantaranya adalah kalori dan angka cetane. Sedangkan emisi dari hasil pembakaran ditentukan oleh unsur-unsur kimia yang menghasilkan produk gas buang SO_2 , NO_x dan CO . Bahan bakar minyak petrodiesel memiliki sifat kalori dan produk SO_2 , NO_x serta CO tinggi, selain sifat-sifat fisik pembakaran lebih baik (mudah terbakar), dengan kekentalan (viskositas) dan angka *cetane* rendah. Sedangkan biodiesel memiliki titik nyala (*flash point*), viskositas dan angka *cetane* lebih tinggi, namun kalori dan produk emisi SO_2 , NO_x dan CO lebih rendah. Masing-masing kelebihan dan kekurangan dari kedua BBM seimbang dari segi *SFC*, maka jika dicampur diperkirakan dapat diperoleh bahan bakar *blending* dengan sifat paduan dua bahan bakar tersebut dan menghasilkan *SFC* diperkirakan sama, berapapun campuran yang digunakan. Sedangkan emisinya tergantung pada komposisi penambahan biodiesel terhadap petrodiesel. *SFC* dari bahan bakar *blending* ini akan dapat diturunkan atau diperbaiki dengan menambah suatu bahan bioaditif yang dapat menyempurnakan pembakaran melalui interaksi internal bioaditif dengan BBM *blending* yang ditandai dengan meningkatnya kalori dan angka *cetane* bahan tersebut.

Salah satu yang dapat digunakan adalah bioaditif berbasis senyawa nitrat atau senyawa *peroxide* yang telah dibuat sendiri. Jumlah bahan reguler yang harus ditambahkan agar diperoleh penurunan *SFC* maksimal. Untuk itu perlu dilakukan pengujian dengan variasi konsentrasi bioaditif pada tiap kondisi *blending*. Berdasarkan pengujian untuk bioaditif dengan pembawa senyawa rantai karbon lima berbasis nitrat pada bahan bakar petrodiesel kondisi optimal berada pada campuran 1:1750, maka dengan penambahan biodiesel pada petrodiesel diperkirakan akan menggeser kondisi optimal dari pemakaian bioaditif yang tergantung pada jumlah biodiesel yang ditambahkan. Dalam pengujian ini penambahan bioaditif akan divariasi dari 1:1000 sampai dengan 1:3500 menggunakan bioaditif dari rantai karbon 4, baik untuk *blending* biodiesel 30% maupun 50%.

METODE PERCOBAAN

Pembuatan bioaditif dilakukan dengan mereaksikan bahan alkanol dengan senyawa nitrat dengan menggunakan alkanol dari bahan nabati. Untuk mendapatkan informasi *SFC* dilakukan dengan metode pembakaran BBM objek dari jenis BBM petrodiesel dengan menggunakan dan biodiesel dengan menggunakan mesin diesel 5 kVA yang diberi beban listrik 1500 watt dengan teknik perbandingan. Agar beban tidak berubah selama percobaan digunakan sumber beban tetap berupa lampu pijar yang diukur dayanya menggunakan *wattmeter* dengan indikasi tegangan maupun arus listrik, sedangkan daya mesin diesel

selalu dijaga operasi tegangan dan arusnya agar tidak berubah. Pengamatan dilakukan untuk tiap sampel selama 10 kali dengan penambahan tiap pemakaian BBM per 100 mL, sehingga diperkirakan akan menghasilkan kesalahan yang sangat kecil, karena jumlah data *relatife* banyak yaitu sepuluh (10) data.

Selanjutnya jenis sampel divariasi berdasarkan komposisi penambahan BBM biodiesel pada petrodiesel dari 0% sampai dengan 50%, sedangkan komposisi optimal penambahan bioaditif hanya dipilih pada campuran petrodiesel dan biodiesel dengan perbandingan 70:30 dan 50:50 dan variasi penambahan satu jenis bioaditif dari perbandingan 1:1000 sampai dengan 1:3500. Jenis bioaditif yang digunakan adalah alkyl nitrat dengan komposisi berat C (40%), O(40%), N(12%) dan H(8%). Sedangkan emisi gas buang dapat dihitung berdasarkan emisi rata-rata dari campuran kedua BBM mengikuti hubungan sebagai berikut :

$$\epsilon_{ij} = 100\% \frac{\sum C_i \epsilon_{ij}}{\sum C_i} \dots\dots\dots(1)$$

dimana :
 C_i = konsentrasi BBM ke i
 ε_{ij} = emisi gas buang jenis j dari gas buang ke i

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian terhadap konsumsi bahan bakar (*SFC*) dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui bahan bakar yang dibutuhkan untuk membangkitkan energi per kWh. Pengujian dilakukan dengan menggunakan generator diesel kecil 5 kVA (Genset model FA-3 merk Yan Mar), putaran maupun frekuensi keluaran Genset dibuat tetap yaitu 1.500 rpm dan 50Hz, dengan beban listrik 1.500 watt. Sampel bahan bakar dimasukkan pada tangki berskala. Waktu pemakaian tiap 100 mL bahan bakar dicatat, sampai menghabiskan 1 liter bahan bakar, sedangkan sampel untuk pengujian berupa solar, biodiesel dan bioaditif yang *diblending* dengan variasi konsentrasi. Biodiesel yang digunakan berupa *palm* biodiesel dari kelapa sawit yang diproses oleh BPPT, dan Minyak Solar didapat dari SPBU Pertamina, sedangkan bioaditif yang digunakan berbasis nitrat buatan sendiri.

Dengan mengetahui nilai pemakaian BBM per-jam tiap sampel, dapat diketahui nilai *SFC* yang diakibatkan penambahan biodiesel dan bioaditif pada BBM Solar. Dari hasil *blending* biodiesel ke dalam solar dan penambahan bioaditif diperoleh hasil-hasil pada Tabel 1.

Tabel 1 diatas adalah hasil perhitungan nilai *SFC* dari BBM Solar Murni diperoleh 0,527 (liter/kWh). Nilai *SFC* dari BBM Solar ini akan dijadikan parameter pembanding bagi pengukuran *SFC* selanjutnya. Metoda pengukuran yang sama digunakan untuk pengamatan

Tabel 1. Pengukuran konsumsi dan *SFC* BBM Solar pada mesin diesel 5 kVA dengan beban 1500 Watt.

No.	Waktu (detik)	Konsumsi BBM (cc)	Laju Konsumsi(Lt/j)	SFC (lt/kWh)	Stand. Deviasi
1	490.0	100	0.735	0,490	0,037
2	435.0	100	0.828	0,552	-0,025
3	496.0	100	0.726	0,484	0,043
4	418.0	100	0.861	0,574	-0,047
5	392.0	100	0.918	0,612	-0,085
6	490.0	100	0.735	0,490	0,037
7	495.0	100	0.727	0,485	0,042
8	465.0	100	0.774	0,516	0,011
9	444.0	100	0.811	0,541	-0,014
10	458.0	100	0.786	0,524	0,03
rata-rata	-	-	0.7901	0,527	0,011

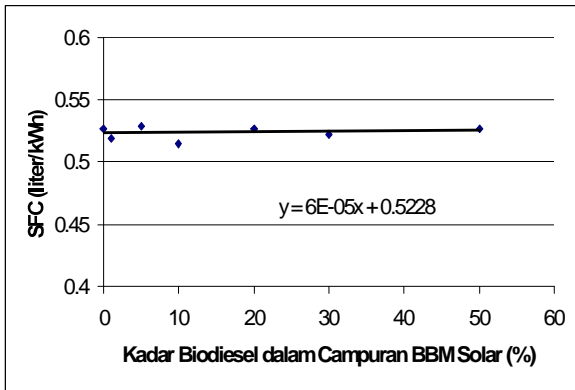
pengaruh penambahan biodiesel terhadap *blending* petrodiesel yang dihasilkan seperti pada Tabel 2. Dari data pada Tabel 2 diatas dapat dibuat grafik yang menggambarkan hubungan antara penambahan biodiesel dalam BBM solar terhadap *SFC* (*spesific fuel consumption*). Persamaan garis yang didapat adalah $y = 6E-05x + 0.5228$

Tabel 2. Pengaruh penambahan biodiesel dalam BBM solar terhadap nilai *SFC* pada mesin diesel 5 kVA dengan beban 1500 Watt.

TYPE FORMULA	KADAR BIODIESEL (%)	LAJU KONSUMSI (Lt/Jam)	SFC (Lt/kWh)	Standar Deviasi
B0%	0	0.77	0.527	0.013
B1%	1	0.778	0.519	0.018
B5%	5	0.793	0.529	0.010
B19%	10	0.773	0.515	0.019
B20%	20	0.79	0.527	0.008
B30%	30	0.783	0.522	0.009
B50%	50	0.79	0.527	0.011

Dari Gambar 1, diatas terlihat bahwa pengaruh penambahan biodiesel terhadap konsumsi bahan bakar membentuk garis lurus dengan gradien 6E-05 dan hampir tidak ada perubahan yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan biodiesel sampai 50% tidak berpengaruh pada penghematan pemakaian bahan bakar (*SFC*). Selanjutnya dipilih kondisi *blending* petrodiesel tertentu dalam hal ini penambahan biodiesel 30% dan 50% dan ditambahkan bioaditif yang divariasi untuk mendapatkan kondisi penambahan yang optimal. Hasilnya seperti terlihat pada Tabel 3 dsn Gambar 2 serta Tabel 4 dan Gambar 3.

Dari Tabel 3, diatas dapat dilihat bahwa penambahan aditif dengan perbandingan 1:2750 merupakan titik optimal *SFC* dari B30%

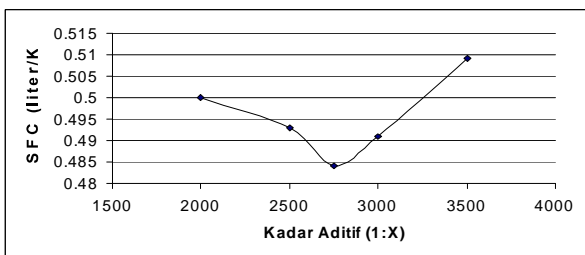


Gambar 1. Pengaruh penambahan biodiesel terhadap SFC bahan bakar solar.

Tabel 3. Pengaruh penambahan bioaditif dalam blending biodiesel 30% dengan solar 70% terhadap nilai SFC pada mesin diesel kecil 5 kVA dengan beban 1500 Watt

B30% Aditif	SFC (lt/kWh)	Standar Deviasi	SFC (lt/kWh)
SOLAR MURNI	0.527	0.013	0
1:2000	0.5	0.02	0.027
1:2500	0.493	0.016	0.034
1:2750	0.484	0.015	0.043
1:3000	0.491	0.018	0.036
1:3500	0.509	0.019	0.018

(blending solar 70% dan biodiesel 30%), SFC adalah selisih nilai SFC minyak solar dengan nilai SFC sampel ($SFC = SFC_{\text{minyak solar}} - SFC_{\text{sampel}}$). Dari data diatas dapat dibuat grafik dalam sumbu kartesius seperti yang ditampilkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh penambahan aditif dalam campuran biodiesel 30% dan solar 70% terhadap nilai SFC pada mesin diesel kecil 5 kVA.

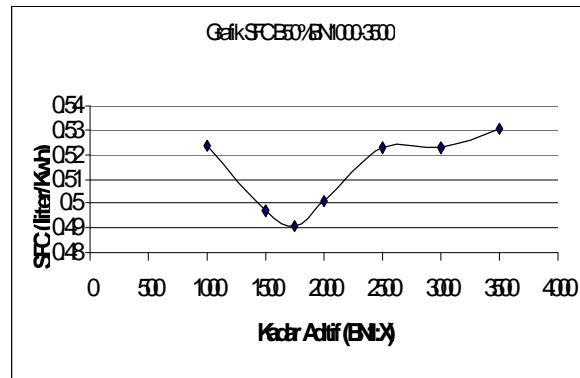
Dari Gambar 2 diatas, nilai optimal SFC bahan bakar blending adalah 0,484 liter/kWh, atau turun sekitar 8% (0,043 liter/kWh).

Dari Tabel 4, dapat dilihat bahwa penambahan aditif dengan perbandingan 1:1750 merupakan titik optimal SFC dari B50% (blending solar 50% dan biodiesel 50%), seperti yang ditampilkan oleh Gambar 3.

Dari Gambar 3, nilai optimal SFC bahan bakar blending adalah 0,491 liter/kWh, atau turun sekitar 6,8% (0,036 liter/kWh). Berdasarkan pengukuran besarnya emisi gas buang CO, SO₂ dan NO_x (NO, NO₂) dari BBM Biodiesel dan solar diperoleh data seperti Tabel 5, oleh

Tabel 4. Pengaruh Penambahan bioaditif pada blending Biodiesel 50% dengan Solar 50% terhadap nilai SFC dengan Mesin Diesel Kecil 5 kVA pada beban 1500 Watt

B50% bioaditif	SFC (lt/kWh)	Standar Deviasi $\frac{((\sum(0-x_i)^2)/0,5)}{n}$	Δ SFC
SOLARMURNI	0.527	0.013	0
1:1000	0.524	0.016	0.003
1:1500	0.497	0.018	0.030
1:1750	0.491	0.02	0.036
1:2000	0.501	0.019	0.026
1:2500	0.523	0.022	0.004
1:3000	0.523	0.019	0.004
1:3500	0.531	0.024	-0.004



Gambar 3. Pengaruh penambahan bioaditif dalam campuran biodiesel 50% dan solar 50% terhadap nilai SFC pada mesin diesel kecil 5 kVA.

karenanya bila dicampur (blending) akan diperoleh hasil seperti pada Tabel 6, dalam hal ini penambahan aditif belum diperhitungkan dan belum dilakukan pengukurannya. Sedangkan pengaruhnya terhadap kondisi gas buang dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Perbandingan Emisi Biodiesel dan Petrodiesel (solar).

Gas buang	Satuan	Biodiesel	Petrodiesel	Perbedaan (%)
SO ₂	Ppm	0	78	-100
CO	Ppm	10	40	-75
NO	Ppm	37	64	-42
NO ₂	ppm	1	1	0

Data Energi Research and Development Group – ITB

Akibat perbedaan ini, maka blending dengan penambahan biodiesel kedalam petrodiesel akan mengakibatkan penurunan kadar emisi gas buang hasil pembakaran bahan baker blending petrodiesel.

Untuk penambahan biodiesel 30% dan 50% pada petrodiesel tanpa penambahan aditif diperoleh emisi gas buang berdasar perhitungan seperti dalam Tabel 6.

Dengan penambahan bioaditif senyawa nitrat akan menyempurnakan pembakaran yang berakibat

Tabel 6. Perbandingan Emisi Petrodiesel (solar) dan Blending Petrodiesel dengan Biodiesel

Gas Buang	Satuan	Petrodiesel	Bio30	Perbedaan (%)	Bio50	Perbedaan (50)
SO ₂	ppm	78	54,60	37,18	39	55,12
CO	ppm	40	31,00	22,50	26	37,50
NO	ppm	64	55,90	12,30	47	21,53
NO ₂	ppm	1	1		1	

penurunan emisi gas buang yang bukan disebabkan oleh faktor *blending*, tapi oleh pembakaran, karena penambahan oksigen.

Dari hasil percobaan diatas terlihat bahwa pengaruh penambahan biodiesel terhadap petrodiesel tidak akan mempengaruhi nilai *SFC* dari BBM blending petrodiesel, andaikan ada pengaruhnya diperkirakan tidak cukup berarti. Hal ini karena kalori yang rendah pada biodiesel dapat diimbangi dengan angka *cethane* yang tinggi.

Penurunan *SFC* akan terjadi, apabila *blending* petrodiesel dengan biodiesel ditambahkan dengan bioaditif yang sesuai. Penambahan terlampau sedikit atau terlampau banyak keduanya tidak akan menguntungkan, seperti terlihat pada Gambar 2 dan Gambar 3. Penambahan yang tepat dari bioaditif kedalam bahan bakar disebut sebagai kondisi optimal. Kondisi ini dicapai pada perbandingan 1:2.750 atau konsentrasi bioaditif 0,036% untuk bio30 menghasilkan penurunan *SFC* 8% dan 1:1.750 atau konsentrasi bioaditif 0,057% untuk bio50 menghasilkan penurunan *SFC* 6,8%, ini berarti penambahan bioaditif dipengaruhi oleh kondisi konsentrasi *blending*. Penambahan biodiesel semakin banyak akan meningkatkan pemakaian bioaditif semakin besar, sedangkan penurunan *SFC* semakin kecil, namun kerugian penambahan biodiesel yang terlampau banyak ini akan diimbangi dengan keuntungan lain, yakni penurunan emisi yang semakin besar tergantung pada jumlah biodiesel yang ditambahkan.

KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan diatas dapat disimpulkan, bahwa :

1. Penambahan BBM biodiesel pada BBM petrodiesel dapat mempengaruhi sifat bahan bakar petrodiesel, namun tidak akan mempengaruhi nilai *SFC* atau efisiensi pembakaran.
2. Penambahan bioaditif pada *blending* biodiesel dan petrodiesel dapat menurunkan *SFC* atau memperbaiki efisiensi pembakaran.
3. Penambahan bioaditif pada kondisi optimal menghasilkan penurunan *SFC* maksinal, dimana nilainya bergantung pada kondisi konsentrasi *blending*, semakin kecil penambahan biodiesel, semakin sedikit penambahan bioaditif dan semakin besar penurunan *SFC*.

UCAPAN TERIMAKASIH

Atas selesainya penelitian ini kami ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya pada semua pihak, khususnya rekan-rekan di PRPN – BATAN yang telah membantu penelitian ini.

DAFTARACUAN

- [1]. ALAGAMATHIS P., Investigation into start of Combustion Engine Diesel Cycle and on Ignition Delay through Optical Technique, Project Report, Departement of Mechanical, The LEEDS University, (1996)
- [2]. AL RUBAI M.A.R. The effect of some Peroxide and nitrate additive on Ignition Quality of Diesel Fuels. *Phd Thesis Departement of Mechanical Engineering The University of LEEDS*, (1991)
- [3]. G. NAGARAJAN. Etal, Review of Ethanol in Compression Ignition Engine Institute for Energy Study, Anna University Chenmay: [Http:I/www sae India.org/Salconference/Ethanol review.Httpm](http://www.sae.org/Salconference/Ethanol%20review.htm)
- [4]. M. MUNAWIR dkk, Efek Penambahan Senyawa Peroxida pada Bahan Bakar Solar terhadap Kinerja Mesin dan Penghematan serta Percepatan Pembakaran Bahan Bakar Mesin Diesel, *Laporan Pengujian Riset Terpadu*
- [5]. NOVA NIODA, Penghematan Konsumsi BBM untuk Peningkatan Ekspor Minyak Bumi, *Proseding Hasil Lokakarya Energi*, (1995)